

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-252731

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

H01Q 1/24

H01Q 9/26

(21)Application number : 11-056804

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing :

04.03.1999

(72)Inventor : HAYASHI AKIHIKO

TAKAHASHI SHUJI

(54) ANTENNA SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To miniaturize the configuration of an antenna system, to prevent the number of components from being increased, to minimize the leakage current and to prevent the frequency characteristic from being made narrower.

SOLUTION: This antenna system is provided with a 1st antenna element 2 which is connected to a center conductor of a coaxial feeder 5, arranged to be extended along an axial line direction of the coaxial feeder 5, and whose tip is folded, and with a 2nd antenna element 3 connected to an outer conductor of the coaxial feeder 5 and whose tip is folded. Thus, the configuration of a dipole antenna of a 1/2 wavelength system can be made small and the antenna system can be installed in spite of restriction of an installed place and the increase in the number of the components can be prevented.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.04.2005

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection
or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Antenna equipment which is equipped with the 1st antenna element by which it has been arranged so that it may meet in the direction of the main polarization mostly, and the point was bent while connecting with the central conductor of the coaxial feeder arranged so that it may meet in the direction of the main polarization mostly, and this coaxial feeder, and the 2nd antenna element by which the point was bent while connecting with the conductor outside said coaxial feeder, and changes.

[Claim 2] Antenna equipment according to claim 1 characterized by establishing the notch or crevice for establishing distance between said coaxial feeders in the part approaching said coaxial feeder in said 2nd antenna element.

[Claim 3] said 2nd antenna element -- ***** from said coaxial feeder -- the antenna equipment according to claim 1 characterized by having arranged like.

[Claim 4] Antenna equipment according to claim 3 characterized by preparing the notch for establishing distance between said coaxial feeders at the point in said 2nd antenna element which is bent and approaches said coaxial feeder while arranging said 2nd antenna element so that it may become slanting to said coaxial feeder.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the antenna equipment used for the mobile station (terminal) of mobile radio communications systems, such as a cellular phone.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an antenna by the side of the terminal of a mobile radio communications system, two kinds of antennas as follows are used. One is the antenna of a $1/2$ -wave system, for example, it is a dipole antenna, a sleeve antenna, etc. Other one is the antenna of a quarter-wave length system, for example, it is a monopole antenna etc. Among these, since the antenna of a quarter-wave length system serves as the configuration of having the ground plate connected to a conductor outside a coaxial feeder (coaxial cable) while usually serving as electrical length more than the quarter-wave length of the electric wave (frequency) which the magnitude uses centering on an antenna, the magnitude becomes quite large. For this reason, depending on constraint of the installation of an antenna, as for the antenna of the above-mentioned quarter-wave length system, installation might become difficult.

[0003] Moreover, with the present mobile radio communications system, since it is the radio between the base stations and mobile stations in land, a desired incoming wave is considered to be horizontally (namely, direction almost parallel to the earth) mostly to the direction of an elevation angle. However, since those directional characteristics generally have the directivity of the direction of 30 elevation angles or more while having the ground plate (this ground plate cannot say it as an electric sufficiently big ground in addition) of radius quarter-wave length extent (it becomes gain high about this direction), the antenna of a quarter-wave length system has the fault that directivity is not in agreement with the direction of a desired incoming wave. That is, it is thought that the antenna of a quarter-wave length system is not in the optimal condition on the design of a wireless circuit.

[0004] on the other hand -- although the antenna of a $1/2$ -wave system serves as electrical length which is about $1/2$ wave of the electric wave (frequency) which the magnitude uses -- a line (or band-like) -- since it can constitute from a member of a configuration, it can miniaturize considerably so that it may correspond to constraint of the installation of an antenna. Moreover, it can be said that they are in the optimal condition on the design of a wireless circuit since the directional characteristics of the antenna of a $1/2$ -wave system have directivity strong almost horizontally.

[0005] On the other hand, the antenna of a $1/2$ -wave system has composition of a balanced system, in view of the electric transmission system of a RF signal. On the other hand, as a feeder which connects between an antenna and walkie-talkies, the coaxial cable of 50-ohm system is used in many cases, for example, and this coaxial cable (coaxial feeder) is the configuration of an unbalance system. For this reason, in the electrical coupling point of connecting the antenna of the $1/2$ -wave system of a balanced system, and the coaxial cable of an unbalance system, the leakage current occurs on the front face of the outside of a conductor outside a coaxial cable.

[0006] And when the antenna of the above-mentioned configuration was used as an object for reception, there was fault that the incidence of the electric wave to the outside of a conductor had a bad influence on the directivity pattern of an antenna

outside a coaxial feeder, according to the above-mentioned leakage current and the received current which flows an antenna element top. Moreover, also when the above-mentioned antenna was used as an object for transmission by the reversible theorem of an antenna, there was fault that the almost same bad influence occurred. Furthermore, by the coaxial cable at the time of antenna installation crawling, by the difference of ***, since the cross coupling of a coaxial cable and an antenna changed, the adjustment condition of an antenna might be affected.

[0007] Now, it considers as the configuration which reduces interference with the above-mentioned leakage current and the current which flows an antenna element top, or the configuration which prevents generating of the above-mentioned leakage current (or small as much as possible), and the following five configurations are known conventionally.

[0008] First, as 1st configuration, from the feeding point of the dipole antenna of a $1/2$ -wave system, there is a configuration it was made to make a coaxial cable creep out in the direction which intersects perpendicularly with an antenna element, and it is widely used in the world as a standard proofreading antenna. With this configuration, as shown in drawing 11 , although it is physically close, since the large place of current distribution I1 and I2 lies at right angles, association of the outside of a conductor 24 is zero fundamentally outside antenna elements 21 and 22 and a coaxial cable 23. Moreover, in order that distance may leave physically the large place of distribution of voltage V1 and V2, electrical coupling becomes small too.

[0009] Next, there is a configuration called sleeve loading as 2nd configuration, and there is a sleeve antenna indicated by JP,10-126144,A as an example of this configuration. Generating of the leakage current can be prevented also with the sleeve antenna of this official report.

[0010] Moreover, there is a configuration called sleeve + choke loading as 3rd configuration, and there is a sleeve antenna indicated by above-mentioned JP,10-126144,A as an example of this configuration. Generating of the leakage current can be prevented also with the sleeve antenna of this official report.

[0011] Furthermore, there is a configuration called short stub loading as 4th configuration, and there is a gamma mold dipole antenna indicated by the patent No. 2559001 official report as an example of this configuration. Generating of the leakage current can be prevented also with a gamma mold dipole antenna given [this] in an official report.

[0012] Furthermore, a configuration called bridge circuit loading is known as 5th configuration, and when it is this configuration, the lumped constant circuit which consists of concentrated-constant components, such as L and C, is prepared between the antenna and the coaxial feeder again. Also by this configuration, the leakage current to the outside of a conductor can be mostly made into zero outside a coaxial feeder.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the appearance of an antenna became large with the 1st inner configuration conventionally [above-mentioned] as for a configuration, when there was constraint of the installation of an antenna, there was a trouble that installation became difficult. On the other hand, the 2-5th configurations can miniaturize the appearance enough. However, the 2nd, the 3rd, and the 5th configuration had the fault that the number of production processes increased while the manufacturing cost became high, since components mark increased.

[0014] Moreover, with the 2nd and the 3rd configuration, if it is going to broadband-ize the frequency characteristics, the antenna element of a sleeve antenna will have to be made thick and the fine sight of the appearance of an antenna will worsen. Furthermore, the 4th and the 5th configuration are narrow-band properties, and had the fault that-izing could not be carried out [broadband]. Furthermore, with the 5th configuration, there was also a fault that adjustment of a frequency took time and effort again.

[0015] then, the purpose of this invention is to be able to miniaturize a configuration, able to prevent the increment in components mark, and able to prevent generating of the leakage current as much as possible, and offer the antenna equipment whose frequency characteristics are also broadbands and which is often alike and is made.

[0016]

[Means for Solving the Problem] While according to invention of claim 1 having arranged the coaxial feeder so that it may meet in the direction of the main polarization mostly, it constituted so that the 1st antenna element connected to the central conductor of a coaxial feeder may be arranged so that it may meet in the direction of the main polarization mostly, and the point of the 1st antenna element might be bent and the point of the 2nd antenna element connected to a conductor outside a coaxial feeder might be bent. Thereby, the configuration of the dipole antenna of a $1/2$ -wave system can be miniaturized, and even if there is constraint of an installation, it can install. moreover, the increment in components mark can be prevented and frequency characteristics are also broadbands further -- it can often be alike and can carry out.

[0017] Since it considered as the configuration which establishes a notch or a crevice in the part approaching the coaxial feeder in the 2nd antenna element, and establishes a distance required between the 2nd antenna element and a coaxial feeder according to invention of claim 2, both electric (electrostatic-capacity target) association can be made small, and the leakage current can be made small as much as possible.

[0018] Since according to invention of claim 3 the 2nd antenna element has been arranged so that it may keep away from said coaxial feeder, both electric (electromagnetic-induction target) association can be made small, and interference with the current which flows a 2nd antenna element top, and the leakage current which flows a coaxial feeder can be reduced.

[0019] In invention of claim 4, while having arranged the 2nd antenna element so that it may become slanting to a coaxial feeder, it is considered as the configuration which prepares the notch for establishing distance between said coaxial feeders at the point in the 2nd antenna element which is bent and approaches a coaxial feeder. According to this configuration, interference with the current which flows a 2nd antenna element top, and the leakage current which flows a coaxial feeder can be reduced. And the fall of the main vertically-polarized-wave component of an antenna when carrying out vertical disposition of the antenna can be prevented, and horizontal directivity can be strengthened. Moreover, the leakage current can be made small as much as possible.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the 1st example of this invention is explained, referring to drawing 1 thru/or drawing 5. First, drawing 1 is drawing showing the whole antenna equipment 1 configuration of this example. Among these, drawing 1 (a) is the front view of the above-mentioned antenna equipment 1, drawing 1 (b) is the side elevation of the antenna equipment 1 seen from the left in drawing 1 (a), and drawing 1 (c) is the bottom view of the antenna equipment 1 seen from the method of drawing 1 (a) Nakashita.

[0021] The above-mentioned antenna equipment 1 is used as an external connection antenna of the terminal (mobile station) of the cellular phone of for example, a 800MHz band, and consists of dipole antennas of a 1/2-wave system. This antenna equipment 1 consists of the 1st antenna element 2 which is an antenna element by the side of forward, the 2nd antenna element 3 which is an antenna element of a negative side, and a coaxial cable 5 to which the end section was connected at the feeding point 4. The above-mentioned coaxial cable 5 constitutes a coaxial feeder, and as shown in drawing 2, a central conductor 6 and this central conductor 6 consist of [conductor / 8] sheaths 9 covered and protected a conductor 8 and this outside wrap outside in the wrap insulator 7 and this insulator 7. And it is arranged so that end section 5a of a coaxial cable 5 may be prolonged along the direction of a perpendicular (namely, vertical). That is, the coaxial cable 5 has composition arranged so that it may meet in the direction of the main polarization mostly.

[0022] The 1st antenna element 2 bends a long and slender tabular conductor at a right angle mostly at Point B and Point C, respectively, is formed, and has vertical section 2a, 1st bending section 2b, and 2nd bending section 2c. Here, vertical section 2a is arranged so that it may extend along the direction of an axis of end section 5a of a coaxial cable 5 (perpendicular direction in this case). Thereby, the 1st antenna element 2 has composition arranged so that it may meet in the direction of the main polarization (perpendicular direction) mostly. And as shown in drawing 2, the central conductor 6 of a coaxial cable 5 is connected to the lower limit section of vertical section 2a by soldering.

[0023] Moreover, the 2nd antenna element 3 bends a long and slender tabular conductor acutely at Point D, is further bent and formed mostly in the right angle at

Point E, and has ramp 3a, 1st bending section 3b, and 2nd bending section 3c. Here, ramp 3a is arranged so that it may extend towards a slanting lower part to the direction of an axis of end section 5a of a coaxial cable 5 (perpendicular direction in this case). A paraphrase arranges ramp 3a so that it may keep away from end section 5a of a coaxial cable 5. And as shown in drawing 2, the conductor 8 is connected to the upper limit section of ramp 3a by soldering outside the coaxial cable 5.

[0024] Furthermore, 3d of notches is formed in the left half part in drawing 1 (c) in the part approaching the coaxial cable 5 of the 1st bending section 3b, and this case. And as shown in the 2nd whole bending section 3c at drawing 1 (b) and (c) in the part approaching the coaxial cable 5 of the 2nd bending section 3c, and this case, notch 3e is formed. It has the composition that end section 5a of a coaxial cable 5 is arranged inside these notches 3d and 3e. That is, Notches 3d and 3e are for establishing the distance optimal between the 2nd antenna element 3 and end section 5a of a coaxial cable 5.

[0025] And in the above-mentioned configuration, as shown in drawing 1 (a), each die-length dimension d1 of the die-length dimension d1 of the longitudinal direction of antenna equipment 1, i.e., 1st bending section 2b of antenna elements 2 and 3, and 3b is set as the die length of the abbreviation $1/10$ of the wavelength of a use electric wave (frequency). and the vertical lay length dimension d2 of antenna equipment 1 -- about [of the wavelength of a use electric wave (frequency)] -- it is set as one fourth of die length. Furthermore, as shown in drawing 1 (b), the die-length dimension d3 of the longitudinal direction in drawing 1 [of antenna equipment 1] (b) is set as the die length of the abbreviation $1/20$ of the wavelength of a use electric wave (frequency).

[0026] Moreover, the above-mentioned antenna elements 2 and 3 and end section 5a of a coaxial cable 5 are held, for example in the case made from plastics (not shown) which is a dielectric. This case consists of lids which blockade a rectangle container-like case principal piece and opening of this case principal piece. Arranging and holding antenna elements 2 and 3 and end section 5a of a coaxial cable 5 in the interior of a case principal piece so that it may become an arrangement gestalt as shown in drawing 1 is constituted possible. Furthermore, if opening of a case principal piece is blockaded with a lid in this condition of having arranged, it is constituted so that each part article may be fixed with the above-mentioned arrangement gestalt. And a coaxial cable 5 penetrates the bottom wall of the above-mentioned case, and is drawn outside. Moreover, the connector (not shown) for connecting with the transmitter-receiver of a cellular phone (mobile station) is prepared in the other end of a coaxial cable 5.

[0027] Next, with reference to drawing 3 thru/or drawing 5, actuation of the antenna equipment 1 of a configuration of having described above, i.e., the actuation which can reduce the leakage current, is explained. Here, the antenna equipment 10 shown in drawing 3 is arranged so that the 2nd antenna element 12 may also be prolonged

below (being parallel) along the direction of an axis of a coaxial feeder 5, while arranging the 1st antenna element 11 so that it may extend upwards along the direction of an axis of a coaxial feeder 5. In addition, it can be said that such antenna equipment 10 of a configuration is equipment with the easiest whole structure as antenna equipment constituted by connecting a coaxial cable to a 1/2-wave system dipole antenna.

[0028] And in above-mentioned drawing 3, a curve P1 shows the current distribution of the leakage current of the outside of a conductor 8 outside a coaxial cable 5, a curve P2 shows the current distribution of the antenna resonance current, a curve Q1 shows the distribution of voltage of the leakage electrical potential difference of the outside of a conductor 8 outside a coaxial cable 5, and the curve Q2 shows the distribution of voltage of antenna resonance voltage. In drawing 3, the arrow head A1 of a broken line shows the direction and magnitude of a current which flow the central conductor 6 of a coaxial cable 5. Moreover, the arrow head A2 of a broken line The direction and magnitude of a current which flow the front face inside a conductor 8 outside a coaxial cable 5 are shown. The arrow head B1 of a continuous line The direction and magnitude of a current which flow antenna elements 2 and 3 are shown, arrow-head B-2 of the thick wire of a continuous line shows the direction and magnitude of a current which flow the front face of the outside of a conductor 8 outside a coaxial cable 5, and arrow-head B-2 of this continuous-line thick wire shows the leakage current.

[0029] If an electric wave arrives at antenna equipment 10 in the above-mentioned configuration, an antenna element 2 and the current by which induction was carried out on three will flow so that the central conductor 6 of a coaxial cable 5 is flowed from the antenna element 2 by the side of forward, it may pass along the load 13 of a receiver, and the inside of a conductor 8 may be flowed outside a coaxial cable 5 and it may branch on the outside of a conductor 8 outside the antenna element 3 of a negative side, and a coaxial cable 5. At this time, the current which flows on the outside of a conductor 8 outside a coaxial cable 5 turns into the leakage current, and calls this the leakage current of a path 1.

[0030] Outside the coaxial cable 5 arranged apart from the leakage current of this path 1 so that it may become parallel physically an antenna element 12 top, by the outside of a conductor 8, and electrical coupling (electrostatic-capacity-association or electromagnetic-induction-association) with an antenna element 12, there is a current revealed to the front face of the outside of a conductor 8 outside the direct coaxial cable 5 from an antenna element 12, and this is called the leakage current of a path 2. And what the leakage current of the above-mentioned path 1 and the leakage current of the above-mentioned path 2 superimposed serves as the whole leakage current.

[0031] Here, it supplements about the generating factor of the leakage current of the above-mentioned path 2. Although, as for the current which flows an antenna element

12 top, and the current which flows the outside of a conductor 8 outside a coaxial cable 5, the amplitude value changes with differences in direct current resistance strictly, the phase is almost the same. Therefore, in the component which becomes parallel physically, it is [large] comrades despite a current value, and comrades despite an electrical-potential-difference value, and the amount of electrical coupling becomes large, consequently the leakage current becomes large. [large]

[0032] Now, the configuration considered easily is the 1st configuration which the conventional technique explained by the way as a configuration which reduces the effect of the above-mentioned leakage current. With this configuration, as shown in drawing 11 , a coaxial cable 23 is made to intersect perpendicularly and electric power is supplied to the antenna elements 21 and 22 of the dipole antenna of a 1/2-wave system. In this case, although it is physically close, since the large place of current distribution I1 and I2 lies at right angles, association of the outside of a conductor is zero fundamentally outside an antenna element and a coaxial feeder. Moreover, electrical coupling becomes small in order that distance may leave physically the large place of distribution of voltage V1 and V2. Therefore, the effect of the leakage current can be reduced enough. However, since the appearance of antenna equipment becomes large, this configuration has the trouble that installation becomes difficult, when there is constraint of the installation of antenna equipment.

[0033] Then, this invention person considered the antenna equipment 14 of a configuration as shown in drawing 6 . It constituted from this antenna equipment 14 so that only a coaxial cable 5 and the 2nd antenna element 15 of a negative side might be made to cross at right angles. According to this configuration, while being able to make the appearance of an antenna small, electrical coupling of the 2nd antenna element 15 and a coaxial cable 5 can be made small, and the leakage current can be made small. However, when using it in the above-mentioned configuration, carrying out vertical disposition of the antenna equipment 14, the main vertically-polarized-wave component of an antenna becomes small, and it is possible that the transceiver engine performance of an antenna falls. In addition, about the concrete configuration of this antenna equipment 14, it mentions later.

[0034] On the other hand, this invention person invented the antenna equipment 1 of this example of a configuration as shown in drawing 1 , in order to suppress the fall of the main vertically-polarized-wave component of an antenna to the minimum, while making small interference (electrical coupling) with a conductor 8 outside an antenna element and a coaxial cable 5.

[0035] In the case of this antenna equipment 1, it has extended in the direction in which the 2nd antenna element 3 keeps away from the feeding point 4 (namely, coaxial cable 5) in the big part of current distribution, i.e., a slanting lower part, to the coaxial cable 5 prolonged in vertical down. For this reason, interference (electrical coupling) with a conductor 8 becomes comparatively small outside an antenna element 3 and a coaxial cable 5.

[0036] Moreover, about the leakage current of the above-mentioned paths 1 and 2, in the case of antenna equipment 1, it is a big part by the side of the open end (tip) of the 2nd antenna element 3 (i.e., distribution of voltage), and since the bending sections 3b and 3c of an antenna element 3 approach a coaxial cable 5, electrical-potential-difference association may occur. On the other hand, Notches 3d and 3e were formed in the bending sections 3b and 3c of an antenna element 3, and it constituted from above-mentioned antenna equipment 1 so that the distance optimal between the 2nd antenna element 3 and end section 5a of a coaxial cable 5 might be established. Thereby, since the above-mentioned electrical-potential-difference association can be made small, it becomes possible to reduce the leakage current.

[0037] Here, the magnitude of the leakage current, the directivity of an antenna, and gain were measured by experiment about the antenna equipment 1 of this example. And the data measured and obtained are shown in drawing 4 and drawing 5. In drawing 4, an axis of ordinate is the relative value (dB value) of the leakage current, and an axis of abscissa is a location (unit cm) from the feeding point 4 in a coaxial cable (feeder). Moreover, drawing 5 shows the directivity in the inside of the free space of antenna equipment, and gain. In addition, the frequency of the electric wave used for measurement of the data of drawing 4 and drawing 5 was made into the numeric value equivalent to the resonance frequency of antenna equipment 1.

[0038] And in drawing 4, a curve R1 is data of the antenna equipment 1 of this example. This curve R1 shows clearly that association with an antenna element 3 and a coaxial cable 5 is small, i.e., the leakage current is reduced, with the above-mentioned antenna equipment 1. Moreover, in drawing 5, a curve S1 is data of the antenna equipment 1 of this example. This curve S1 shows clearly that the average gain within a horizontal plane is high, and directive deflection is small, i.e., the fall of the main vertically-polarized-wave component of an antenna is suppressed to the minimum, with the above-mentioned antenna equipment 1. In addition, about the curves R2 and R3 in drawing 4, and the curves S2 and S3 in drawing 5, it mentions later.

[0039] Next, drawing 6 shows the 2nd example of this invention, and explains a different place from the 1st example. In addition, the same sign is given to the same part as the 1st example. It constituted from the 2nd example of the above so that a coaxial cable 5 and the 2nd antenna element 15 of the negative side of antenna equipment 14 might be made to cross at right angles.

[0040] The 2nd antenna element 15 was extended from the feeding point 4 to the method of drawing 6 Nakamigi, and, specifically, is mostly bent at the right angle at Point F and Point G, respectively. making the appearance of antenna equipment 14 into the almost same magnitude as the 1st example according to this configuration --- that is, it can be made small. Moreover, electrical coupling of the 2nd antenna element 15 and a coaxial cable 5 can be made small, and the leakage current can be reduced.

[0041] However, when it is used in the case of the 2nd example of the above, having

carried out vertical disposition of the antenna equipment 14, the main vertically-polarized-wave component of an antenna becomes small, and the transceiver engine performance of an antenna falls compared with the 1st example. However, this transceiver performance degradation can actually use the above-mentioned antenna equipment 14 enough so greatly.

[0042] In addition, the configuration of the 2nd example except having mentioned above has the same composition as the configuration of the 1st example. Therefore, also in the 2nd example, the almost same operation effectiveness as the 1st example can be acquired.

[0043] Drawing 7 shows the 3rd example of this invention, and explains a different place from the 1st example. In addition, the same sign is given to the same part as the 1st example. In the 3rd example of the above, it has arranged so that the 2nd antenna element 17 of the negative side of antenna equipment 16 may be extended below in accordance with the shaft orientations (the direction of a vertical) of a coaxial cable 5.

[0044] The 2nd antenna element 17 was extended from the feeding point 4 to the method of drawing 7 Nakashita, and, specifically, is mostly bent at the right angle at Point H and Point I, respectively. making the appearance of antenna equipment 16 into the almost same magnitude as the 1st example according to this configuration -- that is, it can be made small. Moreover, when it is used having carried out vertical disposition of the antenna equipment 16, the main vertically-polarized-wave component of an antenna does not become small, but it can prevent that the transceiver engine performance of an antenna falls.

[0045] However, since the electrical coupling of the 2nd antenna element 17 and a coaxial cable 5 becomes large in the case of the 3rd example of the above, the leakage current becomes large. However, increase of this leakage current can actually use the above-mentioned antenna equipment 16 enough so greatly.

[0046] Moreover, the magnitude of the leakage current, the directivity of an antenna, and gain were measured by experiment about the antenna equipment 16 of the 3rd example. The curve R2 of drawing 4 and the curve S2 of drawing 5 show this measurement result. In addition, the configuration of the 3rd example except having mentioned above has the same composition as the configuration of the 1st example. Therefore, also in the 2nd example, the almost same operation effectiveness as the 1st example can be acquired.

[0047] Drawing 8 and drawing 9 show the 4th example of this invention, and explain a different place from the 1st example. In addition, the same sign is given to the same part as the 1st example. comparatively small instead of forming 3d of rectangle-like notches in bending section 3b of the 2nd antenna element 3 in the 4th example of the above -- it constituted so that 3f of semicircle-like crevices might be formed mostly. And end section 5a of a coaxial cable 5 is arranged inside 3f of this crevice, and it constitutes so that the distance between the 2nd antenna element 3 and a coaxial

cable 5 may turn into optimal distance. Since electrical-potential-difference association with the 2nd antenna element 3 and a coaxial cable 5 can be made small also in this configuration, the leakage current can be reduced.

[0048] Moreover, the magnitude of the leakage current, the directivity of an antenna, and gain were measured by experiment about the antenna equipment 1 of the 4th example. The curve R3 of drawing 4 and the curve S3 of drawing 5 show this measurement result. In addition, the configuration of the 4th example except having mentioned above has the same composition as the configuration of the 1st example. Therefore, also in the 4th example, the almost same operation effectiveness as the 1st example can be acquired.

[0049] Now, according to above-mentioned drawing 4, it is the order of curves R1, R3, and R2, namely, it turns out that the leakage current is small in the order of the 1st example, the 4th example, and the 3rd example. And according to drawing 4 and drawing 5, antenna equipment with the smaller leakage current is known by that the directivity of an antenna and the effect on gain are small. Therefore, it is the order of curves S1, S3, and S2, namely, while the average gain within a horizontal plane becomes high in the order of the 1st example, the 4th example, and the 3rd example, it turns out that directive deflection is small.

[0050] In addition, while forming the notch for arranging end section 5a of a coaxial cable 5 in partial 17a prolonged along with the coaxial cable 5 of the 2nd antenna element 17 in the 3rd example shown in drawing 7 3f of crevices of the 4th example of the above and the crevice (not shown) of the almost same configuration may be formed in 1st bending section 17b of the 2nd antenna element 17, and you may constitute so that end section 5a of a coaxial cable 5 may be arranged this crevice and inside the above-mentioned notch. In this configuration, the leakage current can be reduced and it becomes antenna equipment equipped with the much more desirable property from the 4th example of the above.

[0051] Drawing 10 shows the 5th example of this invention, and explains a different place from the 1st or 3rd example. In addition, the same sign is given to the same part as the 1st or 3rd example. In the 5th example of the above, it has arranged so that the 2nd antenna element 17 of the negative side of antenna equipment 1 may be extended below along the direction of a vertical. The 2nd antenna element 17 was extended from the feeding point 4 to the method of drawing 10 (a) Nakashita, and, specifically, is mostly bent at the right angle at Point H and Point I, respectively. Thereby, the 2nd antenna element 17 has vertical section 17a, 1st bending section 17b, and 2nd bending section 17c.

[0052] And end section 5a of a coaxial cable 5 is connected at the feeding point 4. In this case, the coaxial cable 5 is connected so that it may intersect perpendicularly with antenna elements 2 and 17 mostly. Furthermore, the coaxial cable 5 is arranged so that it may extend towards the drawing 10 (a) Nakamigi slanting lower part from the feeding point 4. In this case, although the orientation of a coaxial cable 5 is a

slanting lower part, it can be said that the coaxial cable 5 is arranged so that it may meet in the direction of the main polarization (the direction of a vertical) mostly.

[0053] Furthermore, 17d of notches is formed in the drawing 1 (c) Nakamigi half section in the part approaching the coaxial cable 5 of the 1st bending section 17b of the 2nd antenna element 17, and this case. Moreover, as shown in the 2nd whole bending section 17c at drawing 1 (b) and (c) in the part approaching the coaxial cable 5 of the 2nd bending section 17c of the 2nd antenna element 17, and this case, notch 17e is formed. It has the composition that a coaxial cable 5 is arranged inside these notches 17d and 17e. That is, Notches 17d and 17e are for establishing the distance optimal between the 2nd antenna element 17 and a coaxial cable 5.

[0054] And the coaxial cable 5 has composition which penetrates the right end section of the bottom wall of the case (not shown) of an antenna, and is drawn outside. In this case, the coaxial cable 5 is pulled out so that it may meet in the direction of the main polarization from the case of an antenna. In addition, the configuration of the 5th example except having mentioned above has the same composition as the configuration of the 1st example.

[0055] making the appearance of antenna equipment 1 into the same magnitude as the 1st example according to the 5th example of the above -- that is, it can be made small. Moreover, while the engine performance of the antenna equipment 1 of the 5th example is almost the same as the engine performance of the antenna equipment 1 of the 1st example and being able to reduce the leakage current as much as possible, the fall of the main vertically-polarized-wave component of an antenna can be suppressed to the minimum.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The 1st example of this invention is shown and, for the front view of antenna equipment, and (b), the side elevation of antenna equipment and (c) are [(a)] the bottom view of antenna equipment.

[Drawing 2] The expanded sectional view of the feeding point circumference of antenna equipment

[Drawing 3] Drawing showing the current distribution and distribution of voltage in antenna equipment

[Drawing 4] The property Fig. showing the relation between the leakage current and a coaxial feeder location

[Drawing 5] The property Fig. showing the directivity in the inside of the free space of antenna equipment, and gain

[Drawing 6] The drawing 1 (a) considerable Fig. showing the 2nd example of this invention

[Drawing 7] The drawing 1 equivalent Fig. showing the 3rd example of this invention

[Drawing 8] The partial perspective view of the 2nd antenna element showing the 4th example of this invention

[Drawing 9] Drawing 1 (c) considerable Fig.

[Drawing 10] The drawing 1 equivalent Fig. showing the 5th example of this invention

[Drawing 11] The drawing 3 equivalent Fig. showing a configuration conventionally

[Description of Notations]

1 -- antenna equipment and 2 -- the 1st antenna element and 3 -- the 2nd antenna element and 4 -- the feeding point and 5 -- a coaxial cable (coaxial feeder) and 6 -- a central conductor and 7 -- an insulator and 8 -- outside -- a conductor and 10 -- antenna equipment and 11 -- in the 1st antenna element and 12, the 2nd antenna element and 16 show antenna equipment, and, as for the 2nd antenna element and 14, 17 shows the 2nd antenna element, as for antenna equipment and 15.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-252731

(P2000-252731A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 Q 1/24
9/26

識別記号

F I

H 0 1 Q 1/24
9/26

テーマコード*(参考)

Z 5 J 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-56804

(22)出願日 平成11年3月4日(1999.3.4)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 林 昭彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 高橋 修司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74)代理人 100071135

弁理士 佐藤 強

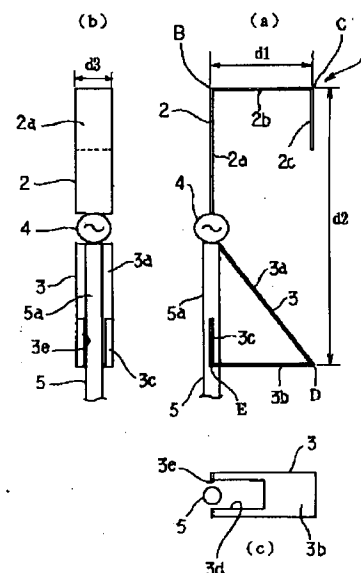
Fターム(参考) 5J047 AA03 AA07 AA08 AB07 FD01

(54)【発明の名称】 アンテナ装置

(57)【要約】

【課題】 アンテナ装置の構成を小形化すると共に、部品点数の増加を防止し、また、漏洩電流を極力低減し、また、周波数特性の狭帯域化を防止する。

【解決手段】 本発明のアンテナ装置は、同軸給電線5の中心導体6に接続されると共に、同軸給電線5の軸線方向に沿って延びるように配置され、且つ、先端部が折り曲げられた第1のアンテナエレメント2を備え、そして、同軸給電線5の外導体8に接続されると共に、先端部が折り曲げられた第2のアンテナエレメント3を備えるように構成した。これにより、1/2波長系のダイポールアンテナの構成を小形化することができ、設置場所の制約があっても設置することができ、また、部品点数の増加を防止できる。



1: アンテナ装置
2: 第1のアンテナエレメント
3: 第2のアンテナエレメント
5: 同軸給電線

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主偏波方向にほぼ沿うように配置される同軸給電線と、

この同軸給電線の中心導体に接続されると共に、主偏波方向にほぼ沿うように配置され、且つ、先端部が折り曲げられた第1のアンテナエレメントと、
前記同軸給電線の外導体に接続されると共に、先端部が折り曲げられた第2のアンテナエレメントとを備えて成るアンテナ装置。

【請求項2】 前記第2のアンテナエレメントにおける前記同軸給電線に近付く部位に、前記同軸給電線との間に距離を設けるための切欠部または凹部を設けたことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項3】 前記第2のアンテナエレメントを、前記同軸給電線から遠ざけるように配置したことを特徴とする請求項1記載のアンテナ装置。

【請求項4】 前記第2のアンテナエレメントを前記同軸給電線に対して斜めとなるように配置すると共に、前記第2のアンテナエレメントにおける折り曲げられて前記同軸給電線に近づく先端部に、前記同軸給電線との間に距離を設けるための切欠部を設けたことを特徴とする請求項3記載のアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、携帯電話等の移動体無線通信システムの移動局（端末）に用いられるアンテナ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 移動体無線通信システムの端末側のアンテナとしては、次の2種類のアンテナが使用されている。1つは、 $1/2$ 波長系のアンテナであり、例えばダイポールアンテナやスリーブアンテナ等である。他の1つは、 $1/4$ 波長系のアンテナであり、例えばモノポールアンテナ等である。このうち、 $1/4$ 波長系のアンテナは、通常、その大きさがアンテナを中心に使用する電波（周波数）の $1/4$ 波長以上の電気的長さとなると共に、同軸給電線（同軸ケーブル）の外導体に接続されるグラウンド板を有する構成となるので、その大きさがかなり大きくなる。このため、上記 $1/4$ 波長系のアンテナは、アンテナの設置場所の制約によっては、設置が困難になることがあった。

【0003】 また、現行の移動体無線通信システムでは、陸上における基地局と移動局との間の無線通信であるため、所望の到来波は、仰角方向に対してほぼ水平方向（即ち、大地とほぼ平行な方向）であると考えられる。しかし、 $1/4$ 波長系のアンテナは、半径 $1/4$ 波長程度のグラウンド板（尚、このグラウンド板は電気的に十分大きなグラウンドとはいえない）を有すると共に、その指向特性が一般的に仰角 30 度以上の方向の指向性を有する（この方向について高い利得となる）ため、指向性

が所望の到来波の方向と一致していないという不具合がある。即ち、 $1/4$ 波長系のアンテナは、無線回線の設計上、最適な状態となっていないと考えられる。

【0004】 これに対して、 $1/2$ 波長系のアンテナは、その大きさが使用する電波（周波数）の $1/2$ 波長程度の電気的長さとなるが、線状（または帯状）形状の部材で構成可能であるため、アンテナの設置場所の制約に対応するように、かなり小形化することができる。また、 $1/2$ 波長系のアンテナの指向特性は、ほぼ水平方向に強い指向性を有しているため、無線回線の設計上、最適な状態となっているといえる。

【0005】 一方、 $1/2$ 波長系のアンテナは、高周波信号の電気的伝送系からみると、平衡系の構成となっている。これに対して、アンテナと無線機との間を接続する給電線としては、例えば 50Ω 系の同軸ケーブルが使用されることが多く、この同軸ケーブル（同軸給電線）は不平衡系の構成である。このため、平衡系の $1/2$ 波長系のアンテナと不平衡系の同軸ケーブルとを接続する電気的結合点において、同軸ケーブルの外導体の外側の表面に漏洩電流が発生する。

【0006】 そして、上記構成のアンテナを受信用として使用する場合には、上記漏洩電流とアンテナエレメント上を流れる受信電流とにより、同軸給電線の外導体の外側への電波の入射がアンテナの指向性パターンに悪影響を与えるという不具合があった。また、アンテナの可逆性の定理により、上記アンテナを送信用として使用する場合も、ほぼ同様な悪影響が発生するという不具合があった。更に、アンテナ設置時の同軸ケーブルの這い回しの相違により、同軸ケーブルとアンテナとの相互結合が変化するため、アンテナの整合状態に影響を与えることがあった。

【0007】 さて、上記漏洩電流とアンテナエレメント上を流れる電流との干渉を低減する構成、または、上記漏洩電流の発生を防止（或いは極力小さく）する構成として、従来より、次の5つの構成が知られている。

【0008】 まず、1番目の構成として、 $1/2$ 波長系のダイポールアンテナの給電点から、同軸ケーブルをアンテナエレメントと直交する方向に這い出させるようにした構成があり、標準的校正アンテナとして世の中で広く使用されている。この構成では、図11に示すように、電流分布 I_1 、 I_2 の大きいところは、物理的に近接してはいるものの、直交しているため、アンテナエレメント21、22と同軸ケーブル23の外導体24の外側とは基本的に結合がゼロである。また、電圧分布 V_1 、 V_2 の大きいところは、物理的に距離が離れるため、やはり電気的結合が小さくなる。

【0009】 次に、2番目の構成として、スリーブ装荷という構成があり、この構成の一例として、特開平10-126144号公報に開示されたスリーブアンテナがある。この公報のスリーブアンテナによっても、漏洩電

流の発生を防止できる。

【0010】また、3番目の構成として、スリーブ+チヨーク装荷という構成があり、この構成の一例として、上記特開平10-126144号公報に開示されたスリーブアンテナがある。この公報のスリーブアンテナによっても、漏洩電流の発生を防止できる。

【0011】更に、4番目の構成として、ショートスタブ装荷という構成があり、この構成の一例として、特許第2559001号公報に開示されたガンマ型ダイポールアンテナがある。この公報記載のガンマ型ダイポールアンテナによっても、漏洩電流の発生を防止できる。

【0012】更にまた、5番目の構成として、ブリッジ回路装荷という構成が知られており、この構成の場合、L、C等の集中定数素子からなる集中定数回路をアンテナと同軸給電線との間に設けている。この構成によっても、同軸給電線の外導体の外側への漏洩電流をほぼゼロにすることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来構成のうちの1番目の構成では、アンテナの外形が大きくなってしまうため、アンテナの設置場所の制約がある場合には、設置が困難になるという問題点があった。これに対して、2～5番目の構成は、その外形を小形化することが十分可能である。しかし、2番目、3番目、5番目の構成は、部品点数が多くなるため、製造コストが高くなると共に、製造工程数が多くなるという不具合があった。

【0014】また、2番目、3番目の構成では、その周波数特性を広帯域化しようすると、スリーブアンテナのアンテナエレメントを太くしなければならず、アンテナの外観の美観が悪くなってしまう。更に、4番目、5番目の構成は、狭帯域特性であり、広帯域化できないという不具合があった。更にまた、5番目の構成では、周波数の調整に手間がかかるという欠点もあった。

【0015】そこで、本発明の目的は、構成を小形化することができ、部品点数の増加を防止でき、漏洩電流の発生を極力防止でき、また、周波数特性も広帯域なままにできるアンテナ装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明によれば、同軸給電線を主偏波方向にほぼ沿うように配置すると共に、同軸給電線の中心導体に接続される第1のアンテナエレメントを、主偏波方向にほぼ沿うように配置し、且つ、第1のアンテナエレメントの先端部を折り曲げ、そして、同軸給電線の外導体に接続される第2のアンテナエレメントの先端部を折り曲げるように構成した。これにより、1/2波長系のダイポールアンテナの構成を小形化することができ、設置場所の制約があっても設置することができる。また、部品点数の増加を防止でき、更に、周波数特性も広帯域なままにすることがで

きる。

【0017】請求項2の発明によれば、第2のアンテナエレメントにおける同軸給電線に近付く部位に切欠部または凹部を設け、第2のアンテナエレメントと同軸給電線との間に必要な距離を設ける構成としたので、両者の電氣的（静電容量的）結合を小さくすることができて、漏洩電流を極力小さくすることができる。

【0018】請求項3の発明によれば、第2のアンテナエレメントを、前記同軸給電線から遠ざけるように配置したので、両者の電氣的（電磁誘導的）結合を小さくすることができて、第2のアンテナエレメント上を流れる電流と同軸給電線を流れる漏洩電流との干渉を低減することができる。

【0019】請求項4の発明においては、第2のアンテナエレメントを同軸給電線に対して斜めとなるように配置すると共に、第2のアンテナエレメントにおける折り曲げられて同軸給電線に近付く先端部に、前記同軸給電線との間に距離を設けるための切欠部を設ける構成とした。この構成によれば、第2のアンテナエレメント上を流れる電流と同軸給電線を流れる漏洩電流との干渉を低減することができる。そして、アンテナを垂直配置したときの、アンテナの主垂直偏波成分の低下を防止することができ、水平方向の指向性を強くし得る。また、漏洩電流を極力小さくすることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施例について、図1ないし図5を参照しながら説明する。まず、図1は本実施例のアンテナ装置1の全体構成を示す図である。このうち、図1(a)は上記アンテナ装置1の正面図であり、図1(b)は図1(a)中左方からみたアンテナ装置1の側面図であり、図1(c)は図1(a)中下方からみたアンテナ装置1の下面図である。

【0021】上記アンテナ装置1は、例えば800MHz帯の携帯電話の端末（移動局）の外部接続アンテナとして使用されるものであり、1/2波長系のダイポールアンテナから構成されている。このアンテナ装置1は、正側のアンテナエレメントである第1のアンテナエレメント2と、負側のアンテナエレメントである第2のアンテナエレメント3と、一端部が給電点4に接続された同軸ケーブル5とから構成されている。上記同軸ケーブル5は、同軸給電線を構成するものであり、図2に示すように、中心導体6と、この中心導体6を覆う絶縁体7と、この絶縁体7を覆う外導体8と、この外導体8を覆って保護するシース9とから構成されている。そして、同軸ケーブル5の一端部5aが垂直（即ち、鉛直）方向に沿って延びるように配置されている。即ち、同軸ケーブル5は、主偏波方向にほぼ沿うように配置される構成となっている。

【0022】第1のアンテナエレメント2は、細長い板状の導体を点Bと点Cとでそれぞれほぼ直角に折り曲げ

て形成されており、垂直部2 aと第1の折曲部2 bと第2の折曲部2 cとを有している。ここで、垂直部2 aは、同軸ケーブル5の一端部5 aの軸線方向（この場合、垂直方向）に沿って延びるように配置されている。これにより、第1のアンテナエレメント2は、主偏波方向（垂直方向）にほぼ沿うように配置される構成となっている。そして、図2に示すように、垂直部2 aの下端部には、同軸ケーブル5の中心導体6が例えば半田付けにより接続されている。

【0023】また、第2のアンテナエレメント3は、細長い板状の導体を点Dで鋭角に折り曲げ、更に点Eでほぼ直角に折り曲げて形成されており、傾斜部3 aと第1の折曲部3 bと第2の折曲部3 cとを有している。ここで、傾斜部3 aは、同軸ケーブル5の一端部5 aの軸線方向（この場合、垂直方向）に対して斜め下方に向けて延びるように配置されている。換言すると、傾斜部3 aは同軸ケーブル5の一端部5 aから遠ざかるように配置されている。そして、図2に示すように、傾斜部3 aの上端部には、同軸ケーブル5の外導体8が例えば半田付けにより接続されている。

【0024】更に、第1の折曲部3 bのうちの同軸ケーブル5に近づく部分、この場合、図1(c)中左半部に、切欠部3 dが形成されている。そして、第2の折曲部3 cのうちの同軸ケーブル5に近づく部分、この場合、第2の折曲部3 cの全体に、図1(b)、(c)に示すように、切欠部3 eが形成されている。これら切欠部3 d、3 eの内部に、同軸ケーブル5の一端部5 aが配置される構成となっている。即ち、切欠部3 d、3 eは、第2のアンテナエレメント3と同軸ケーブル5の一端部5 aとの間に最適な距離を設けるためのものである。

【0025】そして、上記構成の場合、図1(a)に示すように、アンテナ装置1の左右方向の長さ寸法d1、即ち、アンテナエレメント2、3の第1の折曲部2 b、3 bの各長さ寸法d1は、使用電波（周波数）の波長の約 $1/10$ の長さに設定されている。そして、アンテナ装置1の上下方向の長さ寸法d2は、使用電波（周波数）の波長の約 $1/4$ の長さに設定されている。更に、図1(b)に示すように、アンテナ装置1の図1(b)中左右方向の長さ寸法d3は、使用電波（周波数）の波長の約 $1/20$ の長さに設定されている。

【0026】また、上記アンテナエレメント2、3と同軸ケーブル5の一端部5 aとは、誘電体である例えばプラスチック製のケース（図示しない）内に收容されている。このケースは、矩形容器状のケース主部と、このケース主部の開口部を閉塞する蓋とから構成されている。ケース主部の内部には、アンテナエレメント2、3と同軸ケーブル5の一端部5 aとを、図1に示すような配置形態となるように配置して收容することが可能に構成されている。さらに、この配置した状態でケース主部の開

口部を蓋で閉塞すると、上記した配置形態で各部品が固定されるように構成されている。そして、同軸ケーブル5は、上記ケースの下側壁を貫通して外へ導出されている。また、同軸ケーブル5の他端部には、携帯電話（移動局）の送受信装置に接続するためのコネクタ（図示しない）が設けられている。

【0027】次に、上記した構成のアンテナ装置1の動作、即ち、漏洩電流を低減できる動作について、図3ないし図5を参照して説明する。ここで、図3に示すアンテナ装置10は、第1のアンテナエレメント11を同軸給電線5の軸線方向に沿って上方へ延びるように配置すると共に、第2のアンテナエレメント12も同軸給電線5の軸線方向に沿って（平行して）下方へ延びるように配置したものである。尚、このような構成のアンテナ装置10は、 $1/2$ 波長系ダイポールアンテナに同軸ケーブルを接続して構成されたアンテナ装置としては、全体の構造が最も簡単な装置であるといえる。

【0028】そして、上記図3において、曲線P1は同軸ケーブル5の外導体8の外側の漏洩電流の電流分布を示し、曲線P2はアンテナ共振電流の電流分布を示し、曲線Q1は同軸ケーブル5の外導体8の外側の漏洩電圧の電圧分布を示し、曲線Q2はアンテナ共振電圧の電圧分布を示している。また、図3において、破線の矢印A1は、同軸ケーブル5の中心導体6を流れる電流の方向と大きさを示し、破線の矢印A2は、同軸ケーブル5の外導体8の内側の表面を流れる電流の方向と大きさを示し、実線の矢印B1は、アンテナエレメント2、3を流れる電流の方向と大きさを示し、実線の太線の矢印B2は、同軸ケーブル5の外導体8の外側の表面を流れる電流の方向と大きさを示しており、この実線太線の矢印B2が漏洩電流を示している。

【0029】上記構成の場合、アンテナ装置10に電波が到来すると、アンテナエレメント2、3上に誘起された電流は、正側のアンテナエレメント2から同軸ケーブル5の中心導体6を流れ、受信機の負荷13を通り、同軸ケーブル5の外導体8の内側を流れ、そして、負側のアンテナエレメント3と同軸ケーブル5の外導体8の外側とに分岐されるように流れる。このとき、同軸ケーブル5の外導体8の外側に流れる電流が漏洩電流となり、これを経路1の漏洩電流と呼ぶ。

【0030】この経路1の漏洩電流とは別に、アンテナエレメント12上と物理的に平行となるように配置された同軸ケーブル5の外導体8の外側と、アンテナエレメント12との電氣的結合（静電容量的結合もしくは電磁誘導的結合）により、アンテナエレメント12から直接同軸ケーブル5の外導体8の外側の表面に漏洩する電流があり、これを経路2の漏洩電流と呼ぶ。そして、上記経路1の漏洩電流と上記経路2の漏洩電流とが重畳したものが全体の漏洩電流となる。

【0031】ここで、上記経路2の漏洩電流の発生要因

について補足する。アンテナエレメント12上を流れる電流と、同軸ケーブル5の外導体8の外側を流れる電流は、厳密には直流抵抗の違いによりその振幅値が異なるが、位相はほぼ同じである。従って、物理的に平行となる構成部分において、電流値の大きいところ同士で、また、電圧値の大きいところ同士で、電氣的結合量が大きくなり、その結果、漏洩電流が大きくなるのである。

【0032】さて、上記した漏洩電流の影響を低減する構成として、容易に考えられる構成は、従来技術のところで説明した1番目の構成である。この構成では、図11に示すように、1/2波長系のダイポールアンテナのアンテナエレメント21、22に同軸ケーブル23を直交させて給電している。この場合、電流分布I1、I2の大きいところは、物理的に近接してはいるものの、直交しているため、アンテナエレメントと同軸給電線の外導体の外側とは基本的に結合がゼロである。また、電圧分布V1、V2の大きいところは、物理的に距離が離れるため、電氣的結合が小さくなる。従って、漏洩電流の影響を十分低減できる。しかし、この構成は、アンテナ装置の外形が大きくなってしまったため、アンテナ装置の設置場所の制約がある場合には、設置が困難になるという問題点がある。

【0033】そこで、本発明者は、図6に示すような形状のアンテナ装置14を考えた。このアンテナ装置14では、負側の第2のアンテナエレメント15だけを同軸ケーブル5と直交させるように構成した。この構成によれば、アンテナの外形を小さくできると共に、第2のアンテナエレメント15と同軸ケーブル5との電氣的結合を小さくすることができ、漏洩電流を小さくできる。しかし、上記構成の場合、アンテナ装置14を垂直配置して使用する場合に、アンテナの主垂直偏波成分が小さくなり、アンテナの送受信性能が低下することが考えられる。尚、このアンテナ装置14の具体的構成については、後述する。

【0034】これに対して、本発明者は、アンテナエレメントと同軸ケーブル5の外導体8との干渉（電氣的結合）を小さくすると共に、アンテナの主垂直偏波成分の低下を最小限に抑えるために、図1に示すような形状の本実施例のアンテナ装置1を発明したのである。

【0035】このアンテナ装置1の場合、鉛直下方向に延びる同軸ケーブル5に対して、電流分布の大きな部分で、第2のアンテナエレメント3が給電点4（即ち、同軸ケーブル5）から遠ざかる方向に、即ち、斜め下方に延びている。このため、アンテナエレメント3と同軸ケーブル5の外導体8との干渉（電氣的結合）が比較的小さくなる。

【0036】また、上記経路1、2の漏洩電流については、アンテナ装置1の場合、第2のアンテナエレメント3の開放端（先端）側で、即ち、電圧分布の大きな部分で、アンテナエレメント3の折曲部3b、3cが同軸ケ

ーブル5に近付くことから、電圧結合が発生する可能性がある。これに対して、上記アンテナ装置1では、アンテナエレメント3の折曲部3b、3cに切欠部3d、3eを形成し、第2のアンテナエレメント3と同軸ケーブル5の一端部5aとの間に最適な距離を設けるように構成した。これにより、上記電圧結合を小さくすることができるから、漏洩電流を低減することが可能になる。

【0037】ここで、本実施例のアンテナ装置1について、漏洩電流の大きさと、アンテナの指向性及び利得とを実験により測定した。そして、測定して得られたデータを、図4及び図5に示す。図4において、縦軸は漏洩電流の相対的値（dB値）であり、横軸は同軸ケーブル（給電線）における給電点4からの位置（単位cm）である。また、図5はアンテナ装置の自由空間中での指向性及び利得を示す。尚、図4及び図5のデータの測定に用いた電波の周波数は、アンテナ装置1の共振周波数に相当する数値とした。

【0038】そして、図4において、曲線R1が本実施例のアンテナ装置1のデータである。この曲線R1から、上記アンテナ装置1では、アンテナエレメント3と同軸ケーブル5との結合が小さくなっていること、即ち、漏洩電流が低減されていることが明確に分かる。また、図5において、曲線S1が本実施例のアンテナ装置1のデータである。この曲線S1から、上記アンテナ装置1では、水平面内の平均利得が高く、且つ、指向性偏差が小さいこと、即ち、アンテナの主垂直偏波成分の低下が最小限に抑えられていることが明確に分かる。尚、図4における曲線R2、R3と、図5における曲線S2、S3については、後述する。

【0039】次に、図6は本発明の第2の実施例を示すものであり、第1の実施例と異なることを説明する。尚、第1の実施例と同一部分には、同一符号を付している。上記第2の実施例では、アンテナ装置14の負側の第2のアンテナエレメント15を同軸ケーブル5と直交させるように構成した。

【0040】具体的には、第2のアンテナエレメント15を、給電点4から図6中右方へ延ばし、点Fと点Gでそれぞれほぼ直角に折り曲げている。この構成によれば、アンテナ装置14の外形を、第1の実施例とほぼ同じ大きさにすること、即ち、小さくすることができる。また、第2のアンテナエレメント15と同軸ケーブル5との電氣的結合を小さくすることができ、漏洩電流を低減できる。

【0041】ただし、上記第2の実施例の場合、アンテナ装置14を垂直配置して使用したときに、アンテナの主垂直偏波成分が小さくなり、アンテナの送受信性能が第1の実施例に比べて低下する。しかし、この送受信性能の低下は、それほど小さくなく、上記アンテナ装置14を実際に使用することが十分可能である。

【0042】尚、上述した以外の第2の実施例の構成

は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第2の実施例においても、第1の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。

【0043】図7は本発明の第3の実施例を示すものであり、第1の実施例と異なる点を説明する。尚、第1の実施例と同一部分には、同一符号を付している。上記第3の実施例では、アンテナ装置16の負側の第2のアンテナエレメント17を、同軸ケーブル5の軸方向（鉛直方向）に沿って下方へ延ばすように配置した。

【0044】具体的には、第2のアンテナエレメント17を、給電点4から図7中下方へ延ばし、点Hと点Iでそれぞれほぼ直角に折り曲げている。この構成によれば、アンテナ装置16の外形を、第1の実施例とほぼ同じ大きさにすること、即ち、小さくすることができる。また、アンテナ装置16を垂直配置して使用したときに、アンテナの主垂直偏波成分が小さくならず、アンテナの送受信性能が低下することを防止できる。

【0045】ただし、上記第3の実施例の場合、第2のアンテナエレメント17と同軸ケーブル5との電氣的結合が大きくなることから、漏洩電流が大きくなる。しかし、この漏洩電流の増大は、それほど大きくなく、上記アンテナ装置16を実際に使用することが十分可能である。

【0046】また、第3の実施例のアンテナ装置16について、漏洩電流の大きさと、アンテナの指向性及び利得とを実験により測定した。この測定結果を、図4の曲線R2と、図5の曲線S2で示す。尚、上述した以外の第3の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第2の実施例においても、第1の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。

【0047】図8及び図9は本発明の第4の実施例を示すものであり、第1の実施例と異なる点を説明する。尚、第1の実施例と同一部分には、同一符号を付している。上記第4の実施例では、第2のアンテナエレメント3の折曲部3bに矩形状の切欠部3dを形成する代わりに、比較的小さいほぼ半円状の凹部3fを形成するように構成した。そして、この凹部3fの内部に同軸ケーブル5の一端部5aを配置し、第2のアンテナエレメント3と同軸ケーブル5との間の距離が最適な距離となるように構成したものである。この構成の場合も、第2のアンテナエレメント3と同軸ケーブル5との電圧結合を小さくすることができるから、漏洩電流を低減することができる。

【0048】また、第4の実施例のアンテナ装置1について、漏洩電流の大きさと、アンテナの指向性及び利得とを実験により測定した。この測定結果を、図4の曲線R3と、図5の曲線S3で示す。尚、上述した以外の第4の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第4の実施例においても、第1の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。

【0049】さて、上記図4によれば、曲線R1、R3、R2の順で、即ち、第1の実施例、第4の実施例、第3の実施例の順で、漏洩電流が小さくなっていることがわかる。そして、図4及び図5によれば、漏洩電流が小さいアンテナ装置ほど、アンテナの指向性及び利得への影響が小さくなっていることがわかる。従って、曲線S1、S3、S2の順で、即ち、第1の実施例、第4の実施例、第3の実施例の順で、水平面内の平均利得が高くなると共に、指向性偏差が小さくなっていることがわかる。

【0050】尚、図7に示す第3の実施例において、第2のアンテナエレメント17のうちの同軸ケーブル5に沿って延びる部分17aに、同軸ケーブル5の一端部5aを配置するための切欠部を形成すると共に、第2のアンテナエレメント17の第1の折曲部17bに、上記第4の実施例の凹部3fとほぼ同じ形状の凹部（図示しない）を形成し、この凹部と上記切欠部の内部に同軸ケーブル5の一端部5aを配置するように構成しても良い。この構成の場合、上記第4の実施例よりも、漏洩電流を低減することができ、より一層好ましい特性を備えたアンテナ装置となる。

【0051】図10は本発明の第5の実施例を示すものであり、第1または第3の実施例と異なる点を説明する。尚、第1または第3の実施例と同一部分には、同一符号を付している。上記第5の実施例では、アンテナ装置1の負側の第2のアンテナエレメント17を、鉛直方向に沿って下方へ延ばすように配置した。具体的には、第2のアンテナエレメント17を、給電点4から図10(a)中下方へ延ばし、点Hと点Iでそれぞれほぼ直角に折り曲げている。これにより、第2のアンテナエレメント17は、垂直部17aと第1の折曲部17bと第2の折曲部17cとを有している。

【0052】そして、同軸ケーブル5の一端部5aを給電点4に接続している。この場合、同軸ケーブル5は、アンテナエレメント2、17にほぼ直交するように接続されている。更に、同軸ケーブル5は、給電点4から図10(a)中右斜め下方に向けて延びるように配置されている。この場合、同軸ケーブル5の配置方向は斜め下方であるが、同軸ケーブル5は主偏波方向（鉛直方向）にほぼ沿うように配置されているといえる。

【0053】更に、第2のアンテナエレメント17の第1の折曲部17bのうちの同軸ケーブル5に近づく部分、この場合、図1(c)中右半部に、切欠部17dが形成されている。また、第2のアンテナエレメント17の第2の折曲部17cのうちの同軸ケーブル5に近づく部分、この場合、第2の折曲部17cの全体に、図1(b)、(c)に示すように、切欠部17eが形成されている。これら切欠部17d、17eの内部に、同軸ケーブル5が配置される構成となっている。即ち、切欠部17d、17eは、第2のアンテナエレメント17と同

軸ケーブル5との間に最適な距離を設けるためのものである。

【0054】そして、同軸ケーブル5は、アンテナのケース（図示しない）の下側壁の右端部を貫通して外へ導出される構成となっている。この場合、同軸ケーブル5は、アンテナのケースから主偏波方向に沿うように引き出されている。尚、上述した以外の第5の実施例の構成は、第1の実施例の構成と同じ構成となっている。

【0055】上記第5の実施例によれば、アンテナ装置1の外形を、第1の実施例と同じ大きさにすること、即ち、小さくすることができる。また、第5の実施例のアンテナ装置1の性能は、第1の実施例のアンテナ装置1の性能とほぼ同じであり、漏洩電流を極力低減できると共に、アンテナの主垂直偏波成分の低下を最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すものであり、(a)はアンテナ装置の正面図、(b)はアンテナ装置の側面図、(c)はアンテナ装置の下面図

【図2】アンテナ装置の給電点周辺の拡大断面図

【図3】アンテナ装置における電流分布と電圧分布を示す図

す図

【図4】漏洩電流と同軸給電線位置との関係を示す特性図

【図5】アンテナ装置の自由空間中での指向性と利得を示す特性図

【図6】本発明の第2の実施例を示す図1(a)相当図

【図7】本発明の第3の実施例を示す図1相当図

【図8】本発明の第4の実施例を示す第2のアンテナエレメントの部分斜視図

【図9】図1(c)相当図

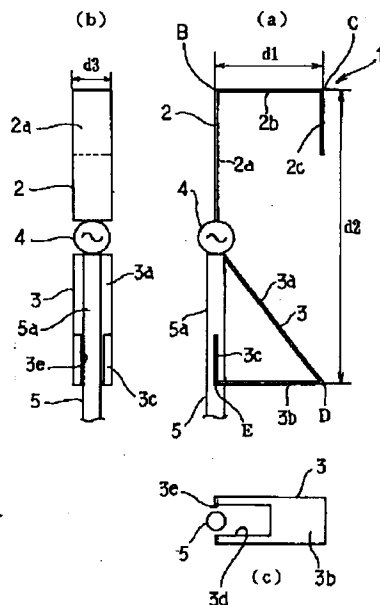
【図10】本発明の第5の実施例を示す図1相当図

【図11】従来構成を示す図3相当図

【符号の説明】

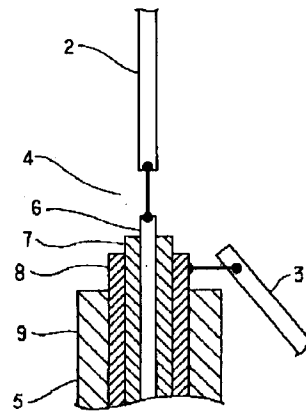
1はアンテナ装置、2は第1のアンテナエレメント、3は第2のアンテナエレメント、4は給電点、5は同軸ケーブル（同軸給電線）、6は中心導体、7は絶縁体、8は外導体、10はアンテナ装置、11は第1のアンテナエレメント、12は第2のアンテナエレメント、14はアンテナ装置、15は第2のアンテナエレメント、16はアンテナ装置、17は第2のアンテナエレメントを示す。

【図1】

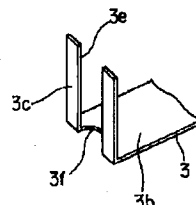


1: アンテナ装置
2: 第1のアンテナエレメント
3: 第2のアンテナエレメント
5: 同軸給電線

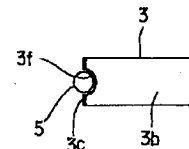
【図2】



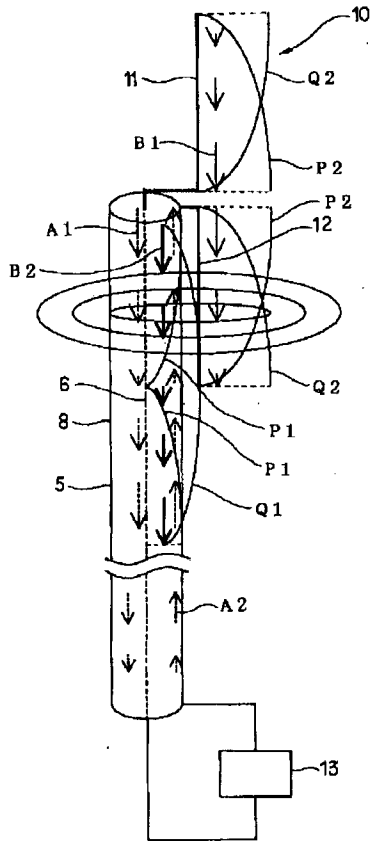
【図8】



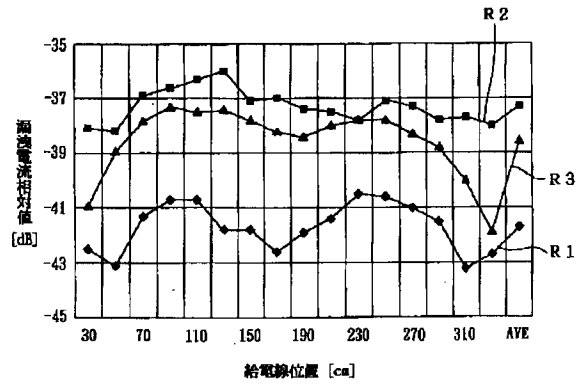
【図9】



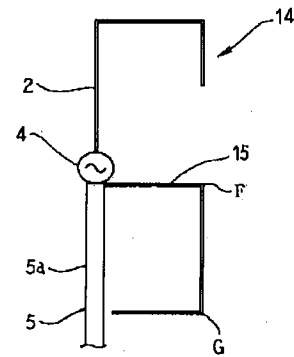
【図3】



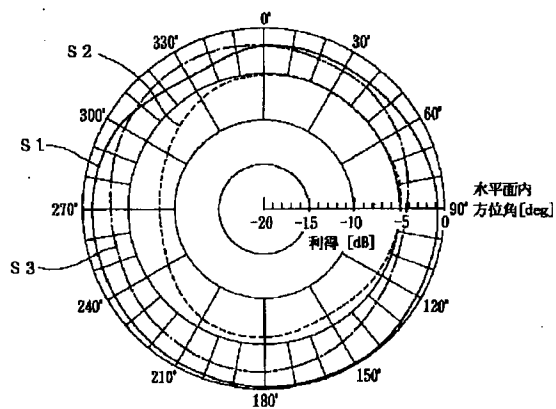
【図4】



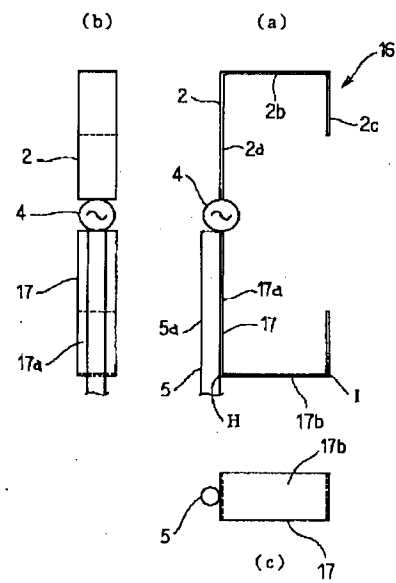
【図6】



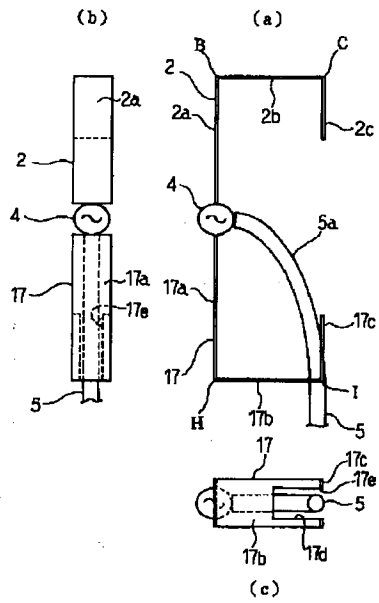
【図5】



【図7】



【図 10】



【図 11】

